

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

В.І. Пашков, З.К. Бодня

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Модуль 2

Методичні вказівки

до самостійної роботи та практичних занять студентів 5 курсу заочної форми
навчання за напрямком підготовки 0501 «Економіка і підприємництво»

ХАРКІВ – ХНАМГ – 2009

Основи охорони праці. Модуль 2: Методичні вказівки до виконання самостійної роботи та практичних занять студентів 5 курсу заочної форми навчання за напрямком підготовки 0501 «Економіка і підприємництво». Укл.: Пашков В.І., Бодня З.К. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 48 с.

Укладачі: В.І. Пашков, З.К. Бодня

Рецензент: д.е.н., проф. А.Є. Ачкасов

Рекомендовано кафедрою «Економіка і управління будівництвом і міським господарством» факультету післядипломної освіти і заочного навчання, протокол № 1 від 28.08.2008 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
1. Змістові модулі	5
2. Розгорнутий зміст дисципліни	5
Змістовий модуль 2. Виробниче середовище і його вплив на людину	5
Тема 6. Визначення освітленості	5
Тема 7. Визначення вмісту пилу в повітрі	20
Тема 8. Визначення вмісту мікроорганізмів у повітрі	27
Тема 9. Визначення інтенсивності шуму у виробничих приміщеннях	32
Тема 10. Визначення інтенсивності радіаційного фону повітряного середовища	41
Рекомендована література	47

ВСТУП

У трудовій діяльності на працівників впливають різні шкідливі фактори виробничого середовища. Тому умови праці на виробництві значною мірою визначаються наявністю виробничих шкідливостей. Під виробничими шкідливостями розуміють умови виробничого середовища, трудового й виробничого процесів, які при нераціональній організації праці впливають на стан здоров'я працівників та їх працездатність.

Згідно з санітарними вимогами проектування промислових підприємств, повітряне середовище виробничих приміщень повинно відповідати вимогам щодо чистоти та методологічних параметрів.

Вивчивши рекомендовану літературу з даної теми, студент повинен знати, що таке шкідливі речовини, як вони впливають на організм людини, що таке гранично допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин. Необхідно уявити поняття терморегуляції людського організму, розглянути вплив метеорологічних параметрів на процес терморегуляції, розібратися, від чого залежать нормовані значення метеорологічних параметрів у виробничих приміщеннях

Слід звернути увагу на заходи щодо оздоровлення повітряного середовища, особливо на питання раціонального застосування природної та штучної вентиляції виробничих приміщень, розрахунок необхідного повітряного обміну.

Створення оптимального природного й штучного освітлення має велике значення для здорової роботи й активної діяльності організму в цілому. У зв'язку з цим треба розглянути й оцінити переваги й недоліки природного та штучного освітлення. Треба навчитися розраховувати штучне освітлення, оцінити якість природного освітлення для окремих приміщень, працювати з приладами для визначення параметрів освітленості.

Ці методичні вказівки є продовженням «Методичних вказівок з основ охорони праці», в яких було розглянуто змістовні модулі: 1 – «Законодавство України «Про охорону праці» (теми 1-3) і 2 – «Виробниче середовище і його вплив на людину» (теми 1-5).

1. ЗМІСТОВІ МОДУЛІ (ЗМ)

ЗМ 2. Виробниче середовище і його вплив на людину

Обов'язкові укрупнені навчальні елементи

1. Виробниче середовище

2. РОЗГОРНУТИЙ ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 2. Виробниче середовище і його вплив на людину

Тема 6. Визначення освітленості

Питання лекції

1. Вплив сонячної радіації на організм.
2. Ознайомлення студентів з методами оцінки освітленості приміщень.
3. Принцип роботи приладів, якими контролюється освітленість приміщень.

Поняття і визначення

Сонячна радіація. Промениста енергія. Інфрачервоні промені. Світлові промені. Ультрафіолетові промені. Природна освітленість. Арифметичний метод. Геометричний метод. Люксметр. Штучна освітленість.

Вплив сонячної радіації на організм

Сонячною радіацією називається потік променистої енергії Сонця, що йде до поверхні земної кулі. Промениста енергія Сонця – первинне джерело інших видів енергії. Поглинаючись поверхнею землі й водою, вона перетворюється в теплову енергію, а в зелених рослинах – у хімічну енергію органічних сполук. Сонячна радіація – найважливіший фактор клімату й основна причина змін погоди, тому що різні явища, що відбуваються в атмосфері, пов'язані з тепловою енергією, одержуваної від Сонця. Сонячна радіація, або промениста енергія, за своєю природою являє собою потік електромагнітних коливань. У земної поверхні при висоті

стояння Сонця 40° сонячна радіація має наступний склад: інфрачервоні промені – 59%, світлові – 40 і ультрафіолетові – 1% всієї енергії. Напруження сонячної радіації збільшується з висотою над рівнем моря, а також тоді, коли сонячні промені падають вертикально, тому що цим променям доводиться проходити меншу товщу атмосфери. В інших випадках поверхня буде одержувати сонячних променів тим менше, чим нижче Сонце, або залежно від кута падіння променів. Напруження сонячної радіації знижується внаслідок хмарності, забруднення атмосферного повітря пилом, димом та ін. У першу чергу відбувається втрата (поглинання) короткохвильових променів, а потім світлових і теплових. Промениста енергія Сонця – джерело життя на Землі рослинних і живих організмів, найважливіший фактор навколишнього повітряного середовища. Вона впливає на організм, що при оптимальному дозуванні буває досить позитивним, а при надмірному (передозуванні) може бути негативним. Всі промені володіють як тепловим, так і хімічним впливом. У променів з великою довжиною хвиль на перший план виступає тепла дія, а з меншою довжиною – хімічна.

Біологічна дія променів на живий організм залежить від довжини хвилі: чим коротше хвилі, тим частіше їхні коливання. Тим більше енергія квантів і тим сильніше реакція організму на їхній вплив.

Глибина проникнення різних променів у тіло неоднакова: інфрачервоні й червоні промені проникають на кілька сантиметрів, видимі (світлові) – на кілька міліметрів, а ультрафіолетові – тільки на 0,7-0,9 мм; промені коротше 300 мілімікрон проникають у тканини організму на глибину до 2 мілімікрон. При такій незначній глибині проникнення променів останні все ж мають різноманітний і значний вплив на організм людини.

Сонячна радіація – біологічно досить активний і постійно діючий фактор, що має величезне значення у формуванні цілого ряду функцій організму. Так, за посередництвом зорового аналізатора видимі світлові промені впливають на організм людини, викликаючи безумовні й умовно-рефлекторні реакції. Інфрачервоні теплові промені впливають на організм як безпосередньо, так і через оточуючі людей предмети. Тіло людини безупинно поглинає й само випромінює

інфрачервоні промені (радіаційний обмін), цей процес може значно змінитися залежно від температури шкіри й навколишніх предметів. Ультрафіолетові хімічні промені відрізняються найбільшою біологічною активністю, діють на організм людини гуморальним і нервово-рефлекторним шляхами. УФ-промені насамперед діють на екстрорецептори шкіри, а потім рефлекторно впливають на внутрішні органи, зокрема на ендокринні залози.

Під впливом сонячних променів посилюється ріст волосся, функція потових і сальних залоз, ущільнюється епідерміс, що веде до підвищення опорності шкіри організму. У шкірі утворюються біологічно активні речовини (гістамін й гістаміноподібні речовини), які надходять у кров. Ці ж промені прискорюють регенерацію кліток при загоєнні ран і виразок на шкірі. Під дією променистої енергії, особливо ультрафіолетових променів, у базальному шарі шкіри утворюється пігмент меланін, що знижує чутливість шкіри до ультрафіолетових променів. Пігмент (засмага) являє собою немовби біологічний екран, що сприяє відбиттю і розсіюванню променів.

Позитивна дія сонячних променів позначається на крові. Систематичний помірний вплив їх значно підсилює кровотворення з одночасним збільшенням у периферичній крові кількості еритроцитів і вмісту гемоглобіну. У людей після крововтрати або в тих, що перехворіли важкими хворобами, особливо інфекційними, помірні опромінення сонячними променями стимулюють регенерацію крові й підвищують її згортання. Від помірного впливу сонячних променів у людини збільшується газообмін. Зростає глибина й зменшується частота подиху, збільшується кількість кисню, що вводиться, більше виділяється вуглекислоти, у зв'язку з чим поліпшується кисневе живлення тканин і підвищуються окисні процеси.

Надмірне сонячне опромінення може викликати негативний білковий баланс, особливо в людей, які страждають гострими інфекційними хворобами, що супроводжуються підвищеною температурою тіла. Опромінення веде до підвищеного відкладення цукру в печінці й у м'язах у вигляді глікогену. У крові різко знижу-

ється кількість недоокисних продуктів (ацетонових тіл, молочної кислоти та ін.), підвищується утворення ацетилхоліну.

Під впливом ультрафіолетових променів сонячної радіації ергостерин, який знаходиться у рослинах, і дегідрохолестерин у шкірі перетворюються в активні вітаміни D₂, D₃, які посилюють фосфорно-кальцієвий обмін; негативний баланс кальцію і фосфору переходить у позитивний, що сприяє відкладенню цих солей у кістках. Сонячне світло й штучне опромінення ультрафіолетовими променями – один з дієвих сучасних методів профілактики й лікування рахіту, остеодистрофії та інших захворювань, пов'язаних з порушенням обміну кальцію і фосфору.

Сонячні промені, особливо ультрафіолетові, фіолетові й сині, вбивають або послабляють життєздатність багатьох патогенних мікроорганізмів. Сонячна радіація є потужним природним дезінфектом зовнішнього середовища. Під впливом сонячних променів підвищується загальний тонус організму й опорність його до інфекційних захворювань.

У зимовий період при недостатньому освітленні може відзначатися «світлове голодання», що виражається в порушеннях обміну речовин, зниженні працездатності й природної резистентності організму.

Із сказаного випливає, що недолік сонячної радіації необхідно розглядати як досить несприятливу умову для організму, при якій він втрачає найважливіший активізатор фізіологічних процесів.

Методи оцінки освітленості приміщень

Світло як один з основних подразників зовнішнього середовища має високу біологічну дію і відіграє першорядну роль у регуляції найважливіших функцій організму людини. Світло впливає на обмін речовин в організмі, імунобіологічні процеси й на природні захисні сили організму.

Тому при проектуванні й будівництві приміщень необхідно створювати таке освітлення, щоб воно забезпечувало умови для високопродуктивної роботи. Треба домагатися доступу в приміщення максимуму природного світла, переважно прямих сонячних променів, які, проходячи через скло, не втрачають своїх біологічних

властивостей. Крім того, слід пам'ятати, що сонячні промені після багаторазового відбиття від стін, стелі й та інших конструкцій значно збільшують освітленість у всьому приміщенні.

Природна освітленість. Існують методи виміру природної освітленості приміщень: арифметичний, геометричний і світлотехнічний.

Арифметичним методом визначають світловий коефіцієнт (СК), тобто відношення суми заскленої площі (S_1) вікон до площі підлоги (площа вікон при цьому приймають за одиницю):

$$СК = S_1 \text{ вікон} : S_2 \text{ підлоги}$$

Чисельник варто привести до одиниці (1), для цього і чисельник, і знаменник ділять на величину чисельника. Норматив величини СК рівняється 1:10 тобто 1 м^2 скла повинен висвітлювати 10 м^2 підлоги.

Геометричним методом можна обчислити кут падіння світла й кут прорізу вікна. Величина кута падіння світла характеризує ступінь освітленості робочого місця. Кут падіння утворюється двома умовними лініями, одна з яких йде від конкретної точки горизонтально до вікна, інша – від даної точки до середини верхнього краю вікна. Чим більше величина кута падіння, тим краще освітленість. Мінімально припустима величина кута падіння 27° . Його можна визначити тригонометричним шляхом, побудувавши прямокутний трикутник, катети якого відомі. Відношення протилежного катета (відстань від середини верхнього краю вікна до підлоги) до прилежного катета (відстань від точки виміру по підлозі до стіни) є тангенсом відшуканого кута. Знаючи тангенс кута, знаходять натуральну величину кута падіння (додаток 1).

Величина кута отвору також характеризує ступінь освітленості в даній точці, зоні, робочому місці. Кут отвору вікна вказує на величину ділянки незатіненого неба, що освітлює дану поверхню і повинен становити не менше 5° . Він утворюється двома лініями, які йдуть від точки визначення: верхня – така сама, що й кута падіння, йде до верхнього краю вікна, а нижня – спрямована до верхнього краю об'єкта, що затіняє вікно (до гребня даху будинку, верхівки дерева, вершини гори тощо). Таким чином, кут отвору – це кут у конкретній точці приміщення,

під яким видно небосхил. Для визначення кута отвору знаходять відстань по підлозі до стіни (на рівні середини вікна) і відстань від підлоги до точки перетину у вікні з лінією, що спрямована до верхньої точки об'єкта, який затінює. Відношення цих відстаней (протилежного катета до прилежного), і є тангенсом кута, який вимірюємо. Користуючись додатком 1, визначають величину кута в градусах. Різниця між величиною кута падіння і величиною кута, який знайшли, становить значення кута отвору.

П р и к л а д. Відстань по горизонталі від робочого місця по підлозі до вікна 3,4 м. Відстань від підлоги до верхнього краю зашклені частини вікна 1,8 м. Висота від підлоги до віконного перетину з лінією, спрямованою до верхньої точки затіняючого предмета, 1,5 м. Тангенс кута падіння буде $1,8 : 3,4 = 0,53$, що відповідає величині кута падіння 28° . Тангенс наступного кута визначається так: $1,5 : 3,4 = 0,44$, що становить 24° . Величина кута отвору дорівнює: $280 - 240 = 40^\circ$.

При *світлотехнічному* методі освітленість визначають, користуючись люксометром. Об'єктивний люксметр (Ю-16) складається із селенового фотоелемента з насадкою-поглиначем і чутливого гальванометра. На передній стороні гальванометра є клеми для приєднання фотоелемента й ручка перемикачів границь вимірювання.

Принцип дії люксметра ґрунтується на явищі фотоелектричного ефекту. При потраплянні світлових променів на чутливий селеновий фотоелемент у замкненому колі виникає фотострум, що реєструється вимірювальним приладом. Люксометром можна визначити інтенсивність освітленості в приміщенні в люксах, а також відносну величину – коефіцієнт природної освітленості (КЕО), виражений у відсотках.

Правила люксметрії. Підключають фотоелемент до гальванометра, дотримуючись полярності, що позначена на клемах. Фотоелемент на обстежуваній поверхні розміщують горизонтально й за шкалою в діапазоні «500» визначають величину освітленості. Якщо стрілка гальванометра відхиляється менше, ніж на 10 поділок, ручку перемикача переводять у діапазон «100» і «25». При вимірі освітленості зовні приміщення, коли стрілка в положенні «500» виходить за межі

шкали, використовують насадку-поглинач. При цьому, з огляду на світлопоглинальну здатність насадки, результат підрахунку збільшують в 100 разів. Після закінчення вимірювань фотоелемент роз'єднують і закривають його захисною насадкою.

Ступінь освітленості в приміщенні залежить від інтенсивності освітлення зовні будівлі. Тому для більш об'єктивного судження про якість будівлі й необхідності підключення штучного освітлення вираховують коефіцієнт природної освітленості. Його визначають співвідношенням горизонтальної освітленості (у люксах) всередині приміщення до одночасної освітленості (у люксах) зовні приміщення під відкритим небом. Відсотковий коефіцієнт природної освітленості розраховують за формулою

$$\text{КПО} = (E_{\text{п}} : E_{\text{з}}) \times 100,$$

де $E_{\text{п}}$ – освітленість усередині приміщення, лк;

$E_{\text{з}}$ – освітленість зовні приміщення, лк;

100 – для переведення у відсотки.

Коефіцієнт природної освітленості беруть 1,2-1,5%.

Визначення штучної освітленості проводять розрахунковим і світлотехнічним методами. Орієнтовний розрахунок штучної освітленості першим методом ґрунтується на визначенні залежності горизонтальної освітленості приміщення від потужності світлового потоку всіх джерел світла й від розмірів приміщення. При цьому визначають питому потужність – сумарну кількість енергії, виражену у ватах, що припадає на одиницю освітлюваної площі (м^2). З цією метою підраховують кількість ламп розжарювання, а потім їхню сумарну потужність у ватах ділять на площу приміщення ($\text{Вт}/\text{м}^2$). Питому потужність у $\text{Вт}/\text{м}^2$ можна перерахувати в потужність у люксах, користуючись поправочними коефіцієнтами (табл. 1).

Таблиця 1 – Величина поправочного коефіцієнта

Потужність ламп	Напруга в мережі	
	100, 120, 127 В	230 В
До 100 Вт	2,4	2,0
100 Вт і більше	3,2	2,5

П р и к л а д. Площа приміщення 800 м^2 освітлюється 24 лампами по 60 Вт, напруга в мережі 120 V. У цьому випадку питома потужність ламп буде дорівнювати:

$$24 \times 60 : 800 = 1,8 \text{ Вт/м}^2.$$

Освітленість дорівнює: $1,8 \times 2,4 = 4,32 \text{ лк}$.

Світлотехнічний метод. Штучна освітленість, що утворюється газорозрядними лампами розжарювання, вимірюють люксметром. При цьому показання шкали приладу перемножують на поправочний коефіцієнт. Для люмінесцентних ламп він дорівнює 1,1, для ламп денного світла – 0,9, для звичайних електричних ламп розжарювання – приблизно 0,8.

Залежно від стану повітряного середовища (вмісту пилу, диму, кіптяви) і тривалості експлуатації джерел освітлення величина горизонтальної освітленості змінюється. Це необхідно враховувати внесенням поправок на так званий коефіцієнт запасу.

Розрахункові завдання для індивідуальної роботи

1. Розрахувати світловий коефіцієнт у приміщенні відповідно до нормативів.

Внутрішня довжина приміщення, м	Внутрішня ширина приміщення, м	Засклена поверхня вікон, м^2	Кількість аналогічних вікон, шт.
1	2	3	4
72	18	2,7	31
63	18	2,8	28
62	18	2,6	28
30	18	2,7	16
62	18	2,6	22
12	18	2,7	8
72	18	2,6	29
72	9,4	2,7	24
62	18	2,8	32
72	9,4	2,7	24
32	18	2,8	18
62	18	2,5	16
72	21	2,9	32
72	21	2,7	29

2. Розрахувати кут падіння світла, кут отвору вікна й визначити відповідність нормативним даним

Відстань від місця виміру до вікна, м	Висота від підлоги до верхнього краю вікна, м	Висота від підлоги до точки перетинання рами вікна, м
7,3	1,75	1,6
6,4	1,7	1,5
3,5	1,75	1,6
8,2	1,75	1,2
8,2	1,6	1,4
3,5	1,7	1,2
6,2	1,75	1,6
9,2	1,75	1,5
8,4	1,68	1,5
6,4	2,1	1,8
3,8	1,75	1,6
4,6	1,68	1,4
7,6	1,75	1,5
6,4	1,75	1,6

Питання для самоконтролю

1. Будова й принцип роботи приладів-люксметрів.
2. Визначити природну й штучну освітленість у лабораторії:
 - світловий коефіцієнт;
 - інтенсивність природної освітленості, люкс;
 - коефіцієнт природної освітленості, %;
 - питому потужність штучного освітлення Вт/м², люкс.
3. Які методи визначення природної освітленості в приміщеннях Ви знаєте?
4. Світловий коефіцієнт, принцип його розрахунку, нормативи.
5. У яких випадках користуються геометричним методом визначення природної освітленості в приміщеннях?
6. Правила розрахунку кута падіння світла. Нормативи.
7. Правила обчислення кута прорізу вікна. Нормативи.
8. Коефіцієнт природного освітлення, принцип його розрахунку. Нормативи.
9. Правила фотометрії у приміщеннях при штучному освітленні.

10. Як розрахувати питому потужність штучного освітлення? Нормативи.

11. Як визначити необхідну кількість ламп розжарювання, яких не вистачає у приміщенні?

Додаток 1. Таблиця натуральних тригонометричних величин

tg кута	Величина кута, град.	tg кута	Величина кута, град	tg кута	Величина кута, град
0	0	0,29	16	0,90	42
0,02	1	0,32	18	1,00	45
0,03	2	0,36	20	1,11	48
0,05	3	0,40	22	1,23	51
0,07	4	0,45	24	1,38	54
0,09	5	0,49	26	1,54	57
0,11	6	0,53	28	1,73	60
0,12	7	0,57	30	1,96	63
0,14	8	0,62	32	2,25	66
0,16	9	0,67	34	2,60	69
0,18	10	0,73	36	3,08	72
0,21	12	0,78	38	4,01	76
0,25	14	0,84	40	6,67	80

II варіант визначення штучної освітленості

Освітлення виробничих приміщень може бути загальним, з установкою освітлювальних приладів (світильників) біля стель, стін і комбінованим, коли крім загального є місцеве освітлення, тобто освітлення безпосередньо робочого місця.

Основним нормативним документом при виборі освітлення є Будівельні норми й правила (БНіП).

Якість освітлення визначається не тільки рівнем освітленості, вона складається з наступних умов:

1. Рівномірність розподілу освітленості по робочій поверхні. Необхідно прагнути до зменшення різниці між мінімальною й максимальною освітленістю в межах робочої поверхні.
2. Відсутність тіней на робочій поверхні.
3. Сталість освітленості в часі.
4. Відсутність у полі зору сліпучих поверхонь з яскравостями.

Розумний вибір типу джерел світла й світильників для кожного конкретного випадку значною мірою визначає технічну й економічну ефективність проєктованої освітлювальної установки, її довговічність і надійність.

Природне висвітлення забезпечує 70% необхідної тривалості освітленості у весняно-літній період і лише 25% в осінньо-зимовий період.

Світильники в приміщеннях розташовують рядами паралельно поздовжнім стінам таким чином, щоб освітлювані поверхні не затінювалися будівельними конструкціями або технологічним устаткуванням. Світильники розташовують також у шаховому порядку. Це залежить від ширини освітлюваної поверхні, розташування внутрішнього устаткування і специфіки технологічного процесу в приміщенні.

Звичайно при розрахунку штучного освітлення користуються методом коефіцієнта використання світлового потоку, тому що він дозволяє розрахувати загальне рівномірне освітлення горизонтальних поверхонь.

Цей метод дає змогу урахувати відбитий від стін, стель, устаткування світловий потік. Сутність цього методу полягає в тому, що при відомому числі й типі світильників, рівномірно розташованих у приміщенні, які характеризуються відомими коефіцієнтами відбиття стін, стель і робочої поверхні, спочатку визначають коефіцієнт використання світлового потоку (I), що прямо пропорційний КПД світильника й залежить від наступних факторів:

- фарбування стін і стелі;
- характеру світлорозподілу світильника;
- розрахункової висоти (H), зі зменшенням якої (I) збільшується;
- форми приміщення G ; чим менше приміщення відрізняється від квадрата, тим вище I .

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку в даному приміщенні I необхідно насамперед знайти (розрахувати) показник G форми приміщення або індекс приміщення.

Показник форми приміщення (або індекс приміщення) розраховують за формулою

$$G = S : H_{\text{п}}(a + b),$$

де S – площа приміщення, яку необхідно освітлювати, м^2 ;

a й b – відповідно довжина й ширина приміщення, м;

$H_{\text{п}}$ – висота підвіски світильника, м.

Висоту підвіски світильника знаходять за формулою

$$H_{\text{п}} = H - (h_{\text{с}} + h_{\text{р}}),$$

де H – висота приміщення, м;

$h_{\text{с}}$ – відстань від стелі до світильника, м. Приймають відстань, рівну 0,2-0,25 від висоти приміщення, м;

$h_{\text{р}}$ – висота від підлоги приміщення до робочої зони, м.

Підставляючи всі значення у формулу $G = S : H_{\text{п}}(a + b)$, одержують значення індекса приміщення (показник форми приміщення).

Знаючи значення показника форми приміщення, за табл. 4 знаходять значення коефіцієнта використання світлового потоку I .

Середнє значення освітленості $E_{\text{с}}$, з урахуванням коефіцієнта використання потоку світла I і коефіцієнта запасу світильника, розраховують за формулою

$$E_{\text{с}} = F \times N \times I : S \times K \times Z,$$

де F – світловий потік джерела світла одного світильника або однієї лампи, лм (за табл. 3, 4);

N – число джерел світла (електроламп);

I – коефіцієнт використання потоку світла (за табл. 4);

S – площа освітлюваного виробничого приміщення, м^2 ;

K – коефіцієнт запасу світильника (за табл. 5).

П р и к л а д р о з р а х у н к у. Приміщення з параметрами: довжина – 58,2, ширина – 20,6, висота приміщення – 3,2 м.

Внутрішня площа виробничого приміщення становить:

$$S = 58,2 \times 20,6 = 1198,9 \text{ м}^2.$$

У приміщенні запроектоване 3-хрядне висвітлення з використанням світильників типу «Універсаль» з лампами БК-100. Усього у виробничому приміщенні 36 ламп (світильників).

Необхідно розрахувати освітленість у приміщенні, створювану 36 лампами типу БК-100.

Розрахунок ведуть за формулою $E_c = F \times N \times I : S \times K \times Z$.

Для розрахунку необхідно знайти коефіцієнт використання світлового потоку для даного приміщення, що залежить від показника форми приміщення (індекс приміщення G).

Показник форми приміщення (індекс приміщення G) знаходять за формулою $G = S : Nп(a + b)$.

Обчислюють висоту підвіски світильника: $Nп = H - (h_c + h_p)$

$$Nп = 3,2 - 0,6 = 2,6 \text{ м}; a = 58,2; b = 20,6.$$

Підставляють ці значення у формулу

$$G = 1198,9 : 2,6(58,2 + 20,6) = 1198,9 : 187,68 = 6,3.$$

Знаючи показник форми приміщення G, за табл. 4 знаходять значення коефіцієнта використання світлового потоку I для світильників типу «Універсаль» без затінення: $I = 0,58$.

Підставляючи значення у формулу $E_{cp} = F \times N \times I : S \times K \times Z$, одержують фактичну освітленість приміщення:

$$E_{cp} = 1145 \times 36 \times 0,58 : 1198,9 \times 1,5 = 23907,6 : 177798 = 13,3 \text{ лк.}$$

У даному приміщенні згідно з розрахунковими даними загальне освітлення становить усього 13,3 лк, що значно нижче нормативних показників (100-150 лк).

Тому необхідно зробити додатковий розрахунок забезпечення освітлення відповідно до норм, з урахуванням тих же світильників, з тими ж лампами.

Додатковий розрахунок і розподіл світильників при реконструкції освітлення.

1. Треба визначити кількість джерел світла (ламп) для створення загального освітлення в межах гігієнічних нормативів, наприклад 30 лк, на всій площі приміщення за умови, що для освітлення будуть використані ті ж світильники «Універсаль» з тими ж лампами розжарювання типу БК-100.

Розрахунок виконують за формулою $N = E \times S \times K : F \times I$.

Підставляючи у формулу відповідне значення, одержують:

$$N = 50 \times 1,5 \times 1198,9 \times 1,1 : 1145 \times 0,58 = 88,4 \text{ шт.}$$

2. Розрахувати середнє загальне висвітлення $E_{\text{ср}}$ у приміщенні з урахуванням коефіцієнта використання світлового потоку I і коефіцієнта запасу світильника за формулою $E_{\text{ср}} = F \times N \times I : S \times K$.

Підставляючи відповідне значення у формулу, обчислюють:

$$E_{\text{ср}} = 1145 \times 88 \times 0,58 : 1198,9 \times 1,5 = 32,8 \text{ лк.}$$

Таблиця 2 – Світлові й електричні параметри ламп розжарювання

Тип ламп і потужність, Вт	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт
	При напрузі 127 В		При напрузі 220 В	
1	2	3	4	5
У-12	135	9,0	105	7,0
У-25	260	10,4	220	8,8
Б-40	490	12,4	400	10,0
БК-40	520	13,0	460	11,5
БК-60	820	13,7	715	11,9
БК-100	1630	16,3	1145	14,5
Г-150	2300	15,3	2000	13,3
Г-200	3200	16,0	2800	14,0

Таблиця 3 – Світлові й електричні параметри люмінесцентних ламп

Тип ламп і потужність, Вт	Світловий потік, лм	Світлова віддача, лм/Вт
ЛДЦ 20	820	41,0
ЛД 20	920	46,0
ЛБ 20	1180	59,0
ДЛЦ 30	1450	48,2
ЛД 30	1640	54,5
ЛБ 30	2100	70,0
ЛДЦ 40	2100	52,7
ЛД 40	2340	58,5
ЛБ 40	3000	75,0
ЛДЦ 80	3560	44,5
ЛД 80	4070	50,8
ЛБ 80	5220	65,3

Таблиця 4 – Значення коефіцієнта використання світлового потоку І залежно від показника форми приміщення для різних типів світильників

Тип світильника	Коефіцієнт відбиття, %		Значення І при величині								
	стеля	стіни	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2	3	4	5 і більш
«Універсаль» без затінення	0,3	0,1	0,21	0,27	0,35	0,4	0,46	0,5	0,55	0,57	0,58
	0,5	0,3	0,24	0,3	0,38	0,42	0,48	0,52	0,57	0,59	–
	0,7	0,5	0,28	0,34	0,41	0,45	0,51	0,55	0,6	0,62	–
«Універсаль» з матовим затінення.	0,3	0,1	0,14	0,15	0,26	0,30	0,35	0,39	0,43	0,45	0,46
	0,5	0,3	0,17	0,22	0,28	0,32	0,36	0,40	0,43	0,47	0,48
	0,7	0,5	0,21	0,26	0,32	0,35	0,4	0,43	0,47	0,49	0,51
Люцетта	0,3	0,1	0,14	0,19	0,25	0,29	0,34	0,38	0,44	0,46	0,48
	0,5	0,3	0,16	0,21	0,26	0,31	0,37	0,41	0,47	0,50	0,32
	0,7	0,5	0,22	0,27	0,33	0,37	0,44	0,48	0,54	0,59	0,61
Лампа без відбивача	0,3	0,1	0,10	0,14	0,19	0,22	0,28	0,32	0,38	0,42	0,48
	0,5	0,3	0,13	0,18	0,24	0,28	0,36	0,40	0,46	0,51	0,54
	0,7	0,5	0,21	0,26	0,32	0,37	0,54	0,51	0,59	0,64	0,67

Таблиця 5 – Значення коефіцієнта запасу К, що враховує можливість забруднення світильників пилом, що на них осідає і залежить від характеру виробництва

Характеристика об'єкта	Значення К при лампах	
	розжарювання	Газорозрядних (люмінесцентних)
Приміщення з незначними виділеннями пилу, кіптяви, диму, не більше 5 мг/м ³	1,3	1,5
Приміщення із середнім виділенням пилу, кіптяви, диму, від 5 до 10 мг/м ³	1,5	1,8
Приміщення зі значними виділеннями пилу, кіптяви, диму, від 10 і більше мг/м ³	1,7	2,0

Тема 7. Визначення вмісту пилу в повітрі

Питання лекції

1. Вплив пилу на організм.
2. Заходи боротьби із запиленістю повітря.
3. Методи виміру запиленості приміщень.
4. Нормативні показники вмісту пилу в приміщеннях.

Поняття і визначення

Пил. Аерозолі. Дисперсна фаза. Мінеральний пил. Органічний пил. Фолікулярний дерматит. Піодерма. Пневмокиніоз. Гравіметричний (ваговий) метод. Гоніометричний метод. Прилад ВКП-1 (вимірювач концентрації пилу).

Вплив пилу на організм

Як у приміщеннях, так і поза ними постійно утримується та чи інша кількість механічних зважених часток, що утворюють у сукупності повітряний пил, називаний аерозолями. Останні являють собою аеродисперсну систему, що складається з дисперсної фази (пил та інші домішки) і дисперсійного середовища (повітря). Від повітряного пилу не вільна атмосфера навіть на великих висотах всіх населених місць і над морями, хоча її там менше. Залежно від швидкості руху повітря аерозолі можуть переноситися на більші відстані й утримуватися в повітрі

тривалий час. У нижніх шарах атмосфери пилу міститься приблизно від 0,25 до 25 мг в 1 м³ повітря. Кількість і склад пилу значною мірою залежать від місцевості, її рельєфу, характеру ґрунту, пори року та ін.

У вільній атмосфері основні джерела повітряного пилу – ґрунт, дороги, лісові й торф'яні пожежі (димовий пил), кіптява й зола, виділення при спалюванні палива, викиди промислових підприємств і т.п. Особливо багато пилу утворюється при сильних вітрах у пустельних місцевостях (піщані бурі, суховії).

У повітрі приміщень нагромадження пилу пов'язане з їх прибиранням, струшуванням різних предметів, роботою різних механізмів, а нагромадження рідкого пилу (крапельок) – кашлем, чиханням і т.п.

Залежно від походження розрізняють пил мінеральний і органічний. Мінеральний пил складається з дрібних часток ґрунту (кварцовий, вапняний пил та ін.). Органічний пил включає частки рослин (волоконця, зернятка, насіння), епідермісу, волосся, а також квітковий пилок, сімена грибів, різні мікроорганізми.

У повітрі поза приміщеннями утримується більше мінерального пилу (2/3-3/4), а в повітрі приміщень – мінерального й органічного.

Гігієнічне значення пилу полягає в непрямому й прямому впливі на організм. Пил атмосферного повітря сприяє конденсації водяних пар, у результаті чого утворюються тумани. Повітряний пил, поглинаючи промені сонячного спектра, викликає зменшення інтенсивності сонячної радіації, особливо ультрафіолетової частини. Шар пилу й сажі, покриваючи зашклену поверхню вікон, зменшує природну освітленість приміщень. Все це є непрямим значенням пилу.

Прямий вплив пилу полягає в дії його на шкіру, очі й органи дихання. Забруднення шкіри пилом мінерального й органічного походження разом з потом, виділеннями сальних залоз, омертвілих клітин епідермісу й мікроорганізмами викликає подразнення, сверблячку, запальні процеси. Одночасно з цим порушуються терморегуляторні й видільні функції шкіри, послабляються її чутливість і рефлекторні реакції. Пил закупорює вивідні протоки потових і сальних залоз, у результаті шкіра стає сухою, нееластичною й більше піддається механічним ушкодженням. Порушення цілісності шкіри є вхідними воротами для інфекції. Закупорка

отворів сальних залоз може викликати фолікулярний дерматит, а при ускладненні гнієрідними коками можливий розвиток піодермії. осідаючи на слизових оболонках очей, пил сприяє розвитку пилових кон'юнктивітів і кератитів. З пилових часток органічної природи деяке значення приписують квітковому пилку, що у великих кількостях утримується в повітрі під час цвітіння трав. Від нього уражаються верхні дихальні шляхи («сінний катар»).

Найбільший вплив робить пил на органи дихання, а через них і на весь організм. У забрудненому пилом повітрі в організмі рефлекторно виникає поверхневе дихання, при якому легені недостатньо вентилуються, що приводить до різних захворювань органів дихання. Відзначаються помітні зрушення при концентрації пилу у вдихуваному повітрі в $0,6-6,0 \text{ мг/м}^3$. Обсяг легеневої вентиляції зменшується на 7,2%, а споживання кисню знижується на 3,4%. Ступінь шкідливого впливу залежить від кількості пилу в 1 м^3 повітря, розміру пилових часток, їхньої форми, розчинності й токсичних властивостей. Найнебезпечнішим вважається пил величиною від 0,2 до 5 мк, тому що він проникає в альвеоли легенів і осідає в них від 60 до 100%. Порошини розмірами більше 10 мк затримуються повністю у верхніх дихальних шляхах, величиною від 10 до 5 мк затримуються на 80-100%, менше 0,2 мк перебувають у безперервному броунівському русі й осідають у легенях тільки частково.

Що стосується пилу рослинного й органічного походження, що переважає в повітрі приміщень, то, як правило, він затримується у верхніх дихальних шляхах (носоглотці, трахеї, великих і середніх бронхах). Тому короткочасне перебування в курному повітрі великої шкоди на організм не має. Осілий на поверхні слизових оболонок пил поступово виводиться назовні завдяки кашлю й чиханню, рухам миготливого епітелію, фагоцитозу, а також внаслідок часткового розчинення пилу в слизу верхніх дихальних шляхів. Однак тривалий вплив повітряного пилу може бути причиною захворювань органів дихання.

Пилові частки дратують і травмують слизові оболонки носа й верхніх дихальних шляхів, сприяючи цим виникненню інфекції, гострих і хронічних катаральних процесів (риніту, фарингіту, трахеїту, бронхіту й перибронхиту). Най-

більш серйозним захворюванням є пневмоконіоз – відкладення пилу в легенях і розвиток фіброзу в них. Порошини, що досягають альвеол і залишилися в їхній порожнині, проникають у проміжки між клітинами альвеолярного епітелію і в лімфатичні щілинні простори легенів. Вони частково затримуються в лімфатичних судинах або попадають у бронхіальні лімфатичні вузли, де вони можуть розноситися в інші органи й тканини.

Заходи боротьби із запиленням повітря

Проведені дослідження й практика свідчать про велику позитивну роль зелених насаджень у боротьбі з пилом і мікроорганізмами повітря. Деревинно-чагарникові породи – в'яз, клен, крушина, дуб, липа, обліпіха, біла акація, використовувані для озеленення, затримують значний відсоток пилу й піску, які переносяться вітром. Вміст пилових часток у повітрі після зростання зелених насаджень зменшується в середньому на 72,7%, а кількість мікроорганізмів зменшується на 52,6%. Зниження пилу й мікроорганізмів відзначається на відстані 75-100 м після смуги зелених насаджень.

Щоб попередити утворення пилу в приміщеннях, необхідно здійснювати наступні заходи: а) створювати навколо будинків кільцеві захисні смуги зелених насаджень; б) зміцнювати поверхневий шар ґрунту на території підприємства посівами багаторічних трав або забезпечити тверде покриття; в) уникати сухого прибирання підлоги, а осідаючий на стінах, вікнах, виступах пил обтирати вологими ганчірками; г) не перетрушувати у приміщенні запилені предмети; д) широко й правильно використовувати вентиляцію, а під час перерв у роботі відкривати квартирки або вікна; е) при прибиранні приміщень застосовувати пилососи.

Таблиця 6 – Гранично допустимі концентрації пилу і мікроорганізмів у зоні дихання працюючих, мг/м³

Забруднення	Допустима концентрація
Пил, що містить 70% SiO ₂ в його кристалічній модифікації	1,0
Пил, що містить від 10 до 70% вільного SiO ₂	2,0

Пил рослинного і тваринного походження (бавовняний, льняний, борошняний, зерновий, шерстяний, пуховий та ін.), який містить 10% і більше вільного SiO_2	2,0
Пил рослинного і тваринного походження, що містить до 10% вільного SiO_2	До 4,0
Пил тютюновий і чайний	3,0
Інші види мінерального і рослинного пилу, які не містить SiO_2 та інших шкідливих і токсичних домішок	10,0
Бактеріальна забрудненість повітря непатогенною мікрофлорою	20-25 тис. мг/м^3

Методи виміру запиленості приміщень

Концентрація пилу в атмосферному повітрі визначається умовами ландшафту місцевості, а також знаходженням недалеко промислових підприємств і становить у середньому $0,15-0,25 \text{ мг/м}^3$. Запиленість повітря приміщень коливається залежно від сезону року, конструкції будівлі, температури, вологості й руху повітря.

Визначення запиленості повітря проводиться ваговим (гравіметричним) і лічильним (коніометричним) методами, а також за допомогою приладу ВКП-1.

Ваговий метод ґрунтується на зважуванні пилу, виділеного з повітря аспіраційним методом. Для відбору проб повітря користуються електроаспіратором конструкції Мігунова (модель 822), що складається з повітродувки й чотирьох реометрів. Два з них працюють на більших швидкостях, які всмоктують повітря від 1 до 20 л/хв., а два – на маленьких, які всмоктують повітря від 0,1 до 1,0 л/хв. Обороти ротора повітродувки в середині корпусу приладу створюється низький тиск, за рахунок чого повітря через штуцери реометрів потрапляє в корпус, а потім вивільняється назовні.

Перед проведенням аналізу до штуцера реометра через гумову трубку приєднують скляну трубку з розміщеним у ній фільтром (шматочком гігроскопічної вати). Прилад включають і регулюючим гвинтом установлюють необхідну потужність просмоктування повітря. Відлік проводять по верхньому краю поплавця в реометра. Замість скляної трубки можна користуватися спеціальною воронкою,

що має фільтротримач для закріплення спеціальних паперових фільтрів (АФА-В-18, АФА-В-20, АФА-ВП-10). Перед проведенням досліджень, фільтри доводять у сушильній шафі, до постійної ваги. Після відбору проб повітря їх знову зважують і за різницею у вазі до й після аспірації розраховують вміст пилу в 1 м³ повітря.

П р и к л а д. Початкова вага фільтра становить 116,29 мг, після просмокування 100 л повітря – 117,3 мг. Виходить, в 1 м³ досліджуваного повітря вміст пилу становить:

$$[(117,31 - 116,29) \times 1000] : 100 = 8,2 \text{ мг/м}^3.$$

Лічильний метод ґрунтується на осіданні порошин на липкі поверхні скляних пластинок з наступним їх підрахунком під мікроскопом на 1 см².

Для відбору проби повітря використовують лічильники Оуенса або В.Ф. Матусевича. Останній лічильник має вигляд прямокутної коробочки із внутрішніми розмірами 5 × 5 × 10 см, об'ємом 250 см³. У донної частини приладу є спеціальне гніздо для вставки скельця, що фіксується пластинчастою пружиною. Зверху прилад закривається кришечкою у вигляді горизонтальної пластинки з обмежувачем. перед дослідженням між двома чистими скельцями наносять крапельку гліцерину (машинного масла). На місці дослідження кришка відкривається і лічильник горизонтально врізається в досліджуване повітря. Потім у гніздо лічильника вставляють два скельця, між якими перебуває крапля гліцерину, зверху прилад закривають кришкою і повертають вертикально. Після цього верхнє скельце виймають і лічильник залишають для осідання пилу на 10 хвилин. Після цього його перевертають гніздом вгору й під підняте скельце підводять чисте (запасне). Обидва скельця виймають, і під малим збільшенням мікроскопа (7 × 8) на тлі окулярної мікрометричної сітки проводять підрахунок порошин.

Відомо, що площа мікрометричної сітки становить 6400 квадратних мікронів, тобто вона в 156 разів менше площі 1 см². Якщо на площі такої сітки ми бачимо одну порошину, то на площі 1 см² їх буде 156. Ця кількість порошин осіла з об'єму 10 см³ (висота стовпчика повітря в лічильнику 10 см), а з 1 см³ осіде в 10 разів менше, тобто 15,6 порошин.

Як вважає В.Ф. Матусевич, в 1 см^3 повітря гранично допускається 180 штук порошин. Відбір проб повітря для дослідження на запиленість проводять у декількох точках по діагоналі приміщення і в різних горизонтах. З кожної проби під мікроскопом підрахунок проводять не менш як у п'яти полях зору по діагоналі мазка, потім визначають середню кількість порошин в одному полі зору.

Прилад ВКП-1 (вимірник концентрації пилу) призначений для визначення у повітрі механічних домішок від 0,1 до 500 мг/м^3 . Живлення приладу здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В або акумуляторного блоку живлення. Побудовано прилад за схемою, що складається з двох частин: повітрязабірної і електронної. Принцип його дії ґрунтується на електризації аерозольних часток, які проходять через зарядну камеру. Величина сумарного заряду пропорційна концентрації аерозолю. На лицьовій панелі розміщені органи керування, мікроамперметр і гніздо для підключення самописця. Підготовка до роботи здійснюється відповідно до інструкції (паспорт), що додається до приладу. Спочатку варто провести градуювання приладу за аспіратором з фільтром типу АФА, склавши при цьому градуювальну характеристику для кожного піддіапазону вимірювання за заздалегідь визначеними рівнями концентрації пилу. В основі побудови градуювальної характеристики покладено залежність між показниками амперметра приладу й значеннями концентрації пилу, визначеної ваговим методом. У подальшій практичній роботі прилад перемикають на «Режим роботи», а потім на «Режим виміру», визначають піддіапазон і при експозиції 10 секунд знімають показання мікроамперметра. За заздалегідь складеною градуювальною характеристикою даного піддіапазону приладу, використовуючи градуйовочний графік, визначають концентрацію пилу в приміщенні (мг/м^3).

Питання для самоконтролю

1. Техніка вагового методу визначення пилу в повітрі.
2. Будова аспіратора й правила роботи з ним.
3. Техніка визначення вмісту пилу рахунковим методом.
4. Будова лічильника конструкції В.Ф. Матусевича й правила роботи з ним.

5. Будова приладу ВКП-1 і правила роботи з ним.
6. Причини запиленості повітря виробничих приміщень. Допустимі норми концентрації пилових часток у приміщеннях.
7. Санітарно-гігієнічне значення пилових часток у повітрі.
8. Заходи, спрямовані на попередження забруднення повітря у приміщеннях і у відкритій атмосфері.

Тема 8. Визначення вмісту мікроорганізмів у повітрі

Питання лекції

1. Мікрофлора повітря.
2. Методи визначення мікробного забруднення приміщень

Поняття і визначення

Тверді аерозолі. Рідинні аерозолі. Спорова мікрофлора. Пилова інфекція. Крапельна інфекція. Обсіменіння. Чашки Петрі. Метод В.Ф. Матусевича. Прилад Кротова. Живильне середовище.

Мікрофлора повітря

Разом з пилом у повітрі утримуються різноманітні мікроорганізми. Останні перебувають на порошинах (тверді аерозолі) або включені в крапельки (рідкі аерозолі) і разом з ними утримуються в повітрі, осідають вниз на поверхні предметів, переносяться повітряними течіями на значні відстані. Поза субстратом вільних, зважених у повітрі мікроорганізмів порівняно мало (переважно спори грибів). Між кількістю пилу й кількістю мікроорганізмів повітря є прямий зв'язок і залежність.

Кількість мікроорганізмів в атмосферному повітрі розрізняється від декількох сотень до декількох десятків тисяч в 1 м³. Однак повітря є несприятливим середовищем для розвитку мікроорганізмів, що потрапили в нього. Значна частина їх гине внаслідок висихання, дії прямих сонячних променів і відсутності в повітрі живильних речовин. У повітрі більше мікроорганізмів восени й улітку. Сильні вітри

сприяють збільшенню пилу й мікроорганізмів. Атмосферні опади, навпаки, вимивають їх з повітря.

Мікрофлора повітря за своїм складом не відрізняється від представників ґрунтової і водяної мікрофлори. Серед мікроорганізмів, що виділяються з повітря, переважають спорогенні й пігментні види, а також спори плісняв і дріжджів.

В атмосферному повітрі зустрічається близько 100 видів мікроорганізмів, головним чином непатогенних, що відрізняються високою стійкістю до висихання, ультрафіолетовим промінням та іншими несприятливими умовами зовнішнього середовища. За середньою швидкістю руху й високої вологості повітря, а також хмарності носії (пил) бактерій розміром більше 5 мікронів по напрямку вітру можуть поширюватися на десятки кілометрів (30 км і більше). Це відноситься також до спороносних і інших стійких збудників інфекційних хвороб, які можуть створювати погрозу населеним пунктам. Однак якщо збудники інфекційних захворювань по повітрю на більші відстані поширюються рідко, то передача збудників інфекції цілком реальна через повітря в приміщеннях і атмосферне повітря в зоні розміщення виробничих приміщень. При виникненні на виробництві інфекційних захворювань не виключена можливість передачі інфекції аерогенним шляхом за допомогою вентиляції, коли інфіковане повітря одного приміщення викидається витяжною вентиляцією й знову надходить в інше приміщення. Дослідження показали, що кількість мікроорганізмів у повітрі приміщень більше, ніж в атмосферному повітрі, в 50-100 разів. Число мікроорганізмів залежить від санітарно-гігієнічного стану приміщень, щільності розміщення встаткування й людей, активності руху й ін.

За видовим складом мікроорганізми повітря закритих приміщень відносяться до тієї ж сапрофітної мікрофлори, що й в атмосферному повітрі. Крім того, в повітрі приміщень утримується багато коків і спор пліснявих грибів, переважно роду *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Actinomyces* та ін. Останні при вдиханні можуть викликати пневмоконіози (мікотичну пневмонію). З патогенних мікроорганізмів у повітрі приміщень неодноразово зустрічали синегнійну паличку, стафілококів, стрептококів туберкульозну, бешихову й правцеву палички, збудників газової

гангрені. При наявності в повітрі бактеріоносіїв і вірусоносіїв можуть зустрічатися також збудники паратуберкулезу, паратифів та ін.

Джерелами патогенних мікробів і вірусів у повітрі приміщень є люди хворі інфекційними захворюваннями, й приховані бацило- і вірусоносії та бацилово-дільники. Такі мікроби іноді передаються через взуття і одяг. Разом з вдихуванням повітрям, пилом, крапельками слини, слизу, мокротиння в дихальні шляхи людини можуть проникнути збудники інфекції й викликати зараження, назване аерогенним (повітряним) Залежно від характеру носіїв аерогенна інфекція буває пиловою і краплинною.

Пилова інфекція – надходження патогенних мікробів у дихальні шляхи разом з інфікованим курним повітрям. Мікроби попадають у повітря разом з порошинами з висохлих виділень людини, звичайно при різних механічних впливах, і залишаються в ньому 4-5 годин, залежно від дисперсності пилу й швидкості руху повітря. Потім пил осідає на підлогу та інші поверхні, при наступних механічних впливах мікроби разом з пилом знову піднімаються в повітря. У порівнянні з краплинною інфекцією цей шлях зараження менш небезпечний, тому що при висиханні багато збудників швидко гинуть, за винятком більш стійких збудників до фізичних впливів. З інфікованим пилом можуть поширюватися сибірська виразка, туберкульоз аспергильоз та ін. Щодо цього показовий досвід, проведений Корені, що при вибиванні інфікованого збудниками туберкульозу килима в приміщенні, де перебувало 48 морських свинок, констатував захворювання 47 з них туберкульозом.

Краплинна інфекція – надходження з вдихуванням повітрям патогенних мікроорганізмів, наявних у дрібних крапельках слизу, слини, ексудату, рідини, у дихальні шляхи. Крапельки, що містять збудників інфекції, надходять у повітря від хворих при кашлі й чиханні. Великі крапельки мокротиння утримуються у зваженому стані від 5-6 годин до доби. Таким чином, в основному інфекція поширюється з дрібними крапельками. Особливо небезпечне зараження краплинним шляхом туберкульозом, грипом, катаром верхніх дихальних шляхів та ін.

При боротьбі з мікрофлорою і аерогенною інфекцією користуються тими ж прийомами, які рекомендують щодо пилу. Крім того, існують ще додаткові заходи: а) своєчасне виявлення й ізоляція як хворих інфекційними захворюваннями, так і прихованих бацилоносіїв і бациловиділителів; б) регулярне прибирання й дезінфекція приміщень; в) для очищення повітря від пилу й мікроорганізмів доцільно влаштовувати фільтри на припливі й витяжці повітря в системі вентиляції.

Методи визначення мікробного забруднення приміщень

Ступінь бактеріального забруднення повітря є одним з основних санітарних показників чистоти повітряного середовища приміщень. Джерелом нагромадження мікрофлори, у тому числі і патогенної, може бути працюючий персонал, гризуни, забруднені предмети, технологічний пил. Повітря вважається чистим, якщо вміст бактерій не перевищує, залежно від типу приміщення, 25-100 тис. в 1 м³.

Загальне бактеріальне обсіменіння повітря й виділення з нього патогенних мікроорганізмів можна проводити одним з таких методів:

1. *Метод вільного осадження* на щільні живильні середовища – полягає в тому, що в досліджуваних місцях виставляють відкритими чашки Петрі зі стерильним м'ясопептонним агаром на 5-10 хвилин. Потім їх закривають і ставлять у термостат на 48 годин при температурі 37 °С. Підраховують кількість пророслих колоній без урахування об'єму досліджуваного повітря. На цьому ж принципі, але з більшою точністю визначення ґрунтується метод В.Ф. Матусевича. Для відбору проби повітря використовують циліндр ємкістю 1 л, виготовлений із щільного паперу (розміри аркуша 12,7 × 30 см). Паперові циліндри перед дослідженням стерилізують і обидва кінці їх закривають стерильними чашками Петрі. Перед дослідженням з циліндра знімають чашки Петрі й плавним горизонтальним рухом відбирають пробу досліджуваного повітря. Нижнім кінцем циліндр ставлять у чашку Петрі на м'ясопептонний агар, а зверху закривають кришкою цієї ж чашки. Через 10 хвилин циліндр знімають, а чашку Петрі з агаром ставлять у термостат на 48 годин при температурі 37 °С для проростання бактерій. Шляхом підрахунку вирослих колоній визначають вміст бактерій в 1 л повітря.

2. *Метод просмоктування повітря й осадження мікроорганізмів на щільні живильні середовища* (з використанням приладу Ю.А. Кротова) – ґрунтується на принципі удару повітряного струменя по поверхні живильного середовища й осідання на ній мікробних тіл.

У чашку Петрі заливають 15 мл живильного середовища. Прилад розміщують на рівній поверхні й включають в електромережу. За допомогою регулювального гвинта встановлюють необхідну кількість повітря, що проходитиме через прилад. Підготовлену чашку Петрі ставлять на підставку приладу, закривають кришку й відзначають час просмоктування повітря секундоміром. Тривалість роботи приладу залежить від передбачуваної санітарної чистоти повітря. Після закінчення встановленого терміну прилад відключають, відкривають кришку, знімають чашку, яку потім поміщають у термостат при 37 °С на 48 годин.

Підрахунок кількості мікроорганізмів в 1 м³ повітря проводять діленням загальної кількості підрахованих на поверхні живильного середовища мікробних колоній на об'єм прососаного повітря. Для зручності обліку можна скористатися спеціальним приладом для підрахунку колоній.

П р и к л а д. Припустимо, що відбір проб повітря проводили протягом 3 хвилин з швидкістю аспірації 10 л/хвилину. Число колоній після термостатної витримки складає 672 штуки. Таким чином, в 1 м³ повітря вміст бактерій становитиме:

$$(672 \times 1000) : (3 \times 10) = 22400 \text{ штук.}$$

3. *Метод просмоктування повітря через рідкі стерильні живильні середовища* (за А.Ф. Дмитрієвим) – полягає у спрямуванні струменя повітря через пробірку, що заповнена рідким живильним середовищем (м'ясопептонний бульйон). Цим методом надається можливість провести видову ідентифікацію виділених з повітря мікроорганізмів (кишкової, паратифозної групи). Досягається це за допомогою приладу, що складається з двох трубок, встановлених на штативі. Витяжним вентилятором через всмоктувальну трубку просмоктують досліджуване повітря. Кінець цієї трубки занурений в живильне середовище пробірки. Кількість повітря, що

просмоктується, регулюється часом роботи вентилятора й швидкістю проходження повітря через трубку.

Питання для самоконтролю

1. Шляхи забруднення повітря у приміщеннях. Гранично припустимі рівні бактеріального обсіменіння повітряного середовища.
2. Техніка методу вільного осідання бактерій на щільні живильні середовища.
3. У чому полягає перевага методу визначення бактеріального забруднення повітря за В.Ф. Матусевичем?
4. Сутність методу примусового просмоктування повітря й осадження мікроорганізмів на щільні живильні середовища (за Ю.А. Кротовим).
5. Як проводиться облік бактеріального обсіменіння повітря за допомогою апарату Ю.А. Кротова?
6. Техніка методу визначення бактеріального забруднення повітря за А.Ф. Дмитрієвим. У чому перевага цього методу?

Тема 9. Визначення інтенсивності шуму у виробничих приміщеннях

Питання лекції

1. Шум як професійна шкідливість. Основні поняття.
2. Дія шуму на організм людини.
3. Санітарні норми шуму.
4. Боротьба з шумом і вібрацією на виробництві.
5. Прилади для визначення сили шумів, їхньої частоти коливань і вібрації.

Поняття і визначення

Шум. Звуковий тиск. Звукова хвиля. Інтенсивність звуку. Поріг чутливості. Ультразвук. Інфразвук. Децибела. Шумомір.

Шум як професійна шкідливість. Основні поняття

Безперервне зростання потужностей виробничого устаткування з одночасним збільшенням швидкості працюючих механізмів є причиною дедалі інтенсивніших шуму і вібрації на виробництві. Дії шуму зазнають робітники різних галузей промисловості.

Шум – це неправильне, хаотичне, аперіодичне поєднання різних звуків, відмінних за силою і частотою коливань. Як фізичне явище звук являє собою хвилеподібні механічні коливання частинок пружного середовища. При коливанні тіла в повітрі останнє поперемінно то густішає то розріджується, тобто змінюється тиск, внаслідок чого виникає звукова хвиля, яка поширюється у просторі. Різниця тиску між розрідженням і густотою та атмосферним тиском називається звуковим тиском.

Звукова хвиля характеризується силою і частотою коливань. Під силою звуку розуміють енергію, яку звукова хвиля переносить за одну секунду через 1 см^2 площини, розміщеної перпендикулярно до напрямку хвилі. За одиницю сили звуку беруть ват на 1 м^2 (Вт/м^2) або ерг на $1 \text{ см}^2/\text{с}$ ($\text{ерг/см}^2/\text{с}$).

Чутливість органа слуху до звуку значною мірою залежить від його висоти (частоти коливань), вимірюваної в герцах (Гц). Герц – одне коливання за секунду. Частота звукових коливань визначає висоту тону. Найнижчі звуки, які сприймає вухо людини, мають частоту 16-20 Гц, а найвищі – близько 200000 Гц (20 кГц). Найбільш чутливе вухо до коливань звуку з частотами 1000-4000 Гц. Звуки, яких людина не чує, називаються інфразвуками, якщо вони лежать у діапазоні частот нижче 16 Гц, і ультразвуками, якщо лежать у діапазоні вище 20000 Гц.

Мінімальний звуковий тиск у $2 \times 10^{-5} \text{ Па/10}^{-9} \text{ ерг} \times \text{с/см}^2$ сприймається людським вухом як звук – це явище називається порогом чутливості.

Звуковий тиск у $2 \times 10^{-5} \text{ Па/10}^{-9} \text{ ерг} \times \text{с/см}^2$ спричинює больову чутливість – це явище називається порогом болю.

За звуковим тиском судять про інтенсивність звуку. Інтенсивністю звуку називають потік звукової енергії, яка проходить за одиницю часу через площу, перпендикулярну до напрямку поширення звуку.

Звукове сприйняття в органах слуху людини не пропорційне енергії звукової хвилі, а перебуває в більш складній залежності.

Звуки з різною частотою мають неоднакові пороги чутливості. Чутливість слухового аналізатора до звуків з частотою нижче 1000 Гц або вище 4000 Гц знижується. Поріг чутливості звук становить 10^{-9} ерг \times с/см², больовий поріг – 10^4 ерг \times с/см².

При збільшенні енергії звуку від нижньої межі чутливості до больового порога, тобто від 10^{-9} до 10^4 ерг \times с/см² можна постежити логарифмічну залежність між звуковою енергією і гучністю звуку.

В абсолютних енергетичних одиницях вимірювати звук важко, тому інтенсивність, або силу звуку вимірюють не в абсолютних, а у відносних одиницях – белах або децибелах. У цій шкалі за нуль (тобто за вихідний рівень) беруть силу 10^{-9} ерг \times с/см². Кожній поділці шкали відповідає зміна сили не на певне число одиниць, а в певне число разів. Так, звук на рівні больового порога (10^4 ерг \times с/см²) своєю фізичною енергією в 10^{13} раз перевищує звук, узятий у логарифмічній шкалі за 0 (нижній поріг 10^{-9} ерг \times с/см²). Отже у відносних одиницях рівень сили цього звуку дорівнює 13 белів, або 130 децибелів (дБ), тобто рівень сприймання вухом людини шумів укладається в шкалу, обмежену величинами 0-13 белів, або 0-130 децибелів.

Залежно від шкідливості дії і частотного складу всі шуми поділяють на низько-, середньо-, й високочастотні. Низькочастотними вважають шуми, у спектрі яких переважають частоти 250-300 гц. середньочастотний шум характеризується переважно частотою в діапазоні 300-800 Гц. Усі шуми з найбільшою інтенсивністю на частотах понад 800 Гц є високочастотними.

За широтою спектра частот шуми поділяються на вузько- й широкосмугові, а за характером спектра – на імпульсні, тональні, стабільні й непостійні шуми, які змінюються в часі.

Дія шуму на організм людини

Численними експериментами і клінічними спостереженнями встановлено, що тривала дія шуму на організм людини несприятливо позначається не тільки на слуховому аналізаторі, а й на центральній нервовій системі, призводить до порушення функції серцево-судинної системи, травного каналу, органів чуття та ін. Шум підвищує нервові напруження, знижує психічні й зорові реакції, є причиною швидкого стомлення людини, знижує продуктивність праці. При дії шуму інтенсивністю 90-100 дБ «А» знижуються зорова реакція (на 25%), пильність, затримуються психічні реакції, з'являється головний біль і запаморочення, прискорюється процес стомлення, порушуються пульс і дихання. Усе це може бути причиною появи виробничого травматизму.

Інтенсивний шум несприятливо діє на вищі відділи центральної і периферичної нервової системи. При цьому слід зауважити, що шум негативно впливає на нервову систему навіть тоді, коли не спостерігається помітного впливу на органи слуху і він не є суб'єктивно неприємним.

При тривалій дії виробничого шуму виникає шумова хвороба – загальне захворювання всього організму, захворювання центральної нервової системи, глухота.

Вплив вібрації на організм. Вібрація є загальнобіологічним фактором, що діє на будь-які клітини і тканини. Вібрація невеликої інтенсивності протягом короткого часу сприятливо діє на організм людини: підвищує м'язову силу і обмін речовин, знижує втому і прискорює заживлення ран. У зв'язку з цим вібрацію використовують у медицині для лікувальних цілей.

При тривалій дії вібрації великої інтенсивності в організмі можуть виникати патологічні реакції. Характер і ступінь захворювання залежить від амплітуди й частоти вібрації і ряду супутніх факторів – шуму, охолодження, м'язового перевантаження під час виконання робіт та ін.

Вібрація може призводити до значних змін у нервовій і серцево-судинній системах, опорно-руховому апараті, травному каналі, в обміні речовин, вестибулярному, слуховому, зоровому та інших аналізаторах.

Найбільш виявленим результатом несприятливого впливу вібрації на організм є вібраційна хвороба. Ранніми симптомами її є судинні порушення, які настають після 2 років роботи з вібруючими інструментами. Вібраційна хвороба супроводиться болями в руках і ногах, особливо вночі. Кістково-суглобні зміни найчастіше розвиваються в пальцях кистей, променево-зап'ясткових, рідше в ліктьових і плечових суглобах.

При ураженні периферичної нервової системи знижуються вібраційна і больова чутливість, а потім порушується температурна і тактильна чутливість.

Порушення центральної нервової системи супроводжується запамороченням, шумом і відчуттям тяжкості в голові. Сухожилльні рефлексі підвищені, знижується артеріальний тиск. Вібраційна хвороба в людини може розвиватися вже при коливаннях 2-6 Гц.

Дія ультразвуку. При всіх видах роботи технологічного устаткування крім шуму і вібрації з'являється ультразвук, максимальний рівень якого лежить у верхній області граничної частоти – 20000 Гц. Шум, який утворюється обладнанням (100-120 дБ), вухо людини не сприймає. Але ці ультразвукові хвилі можуть проявляти сильну біологічну дію: в одних випадках стимулювати організм, в інших – пригнічувати. Найяскравіше виявлено руйнівну дію ультразвуку. Від ультразвуку гинуть тваринні й рослинні клітини. Характер порушень, спричинених ультразвуковими хвилями різної інтенсивності, неоднаковий. Це можуть бути миттєві розриви клітин і клітинних структур, різні ураження внутрішньоклітинних елементів при збереженні оболонки, а також скороминущі оборотні зрушення у фізичному і фізико-хімічному станах клітини.

Ультразвукові коливання можуть шкідливо впливати на центральну і периферичну нервову систему, серцево-судинну, ендокринну та інші системи. При перебуванні людини в полі дії ультразвукового генератора виникають кволість, біль у голову, порушується ритм роботи серця, нервової системи та ін.

Дія інфразвуку. Ці звуки лежать у нижній ділянці граничної частини – нижче 16 Гц. Такі коливання спричиняють сильну кволість, знижують розумову діяльність

порушують роботу мозку, викликають запаморочення і навіть сліпоту. Звуки з частотою 7 Гц навіть руйнують кровоносні судини і зупиняють роботу серця.

Санітарні норми шуму

Санітарними й гігієнічними нормами, а також ДСТом встановлено гранично допустимий рівень звуку і рівень звукового тиску при середньгеометричних частотах октавних смуг. Граничний шум не повинен заважати нормальній роботі. Характеристикою постійного шуму на робочих місцях є рівень звукового тиску в октавних смугах у дБ з середньгеометричними частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц. У табл. 7 наведено гранично допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах для шуму з безперервним спектром, який діє на людину більше 4 годин в зміну, а також гранично допустимий загальний рівень (зразу для усіх октав), який називається рівнем звуку і вимірюється за шкалою шумо-міра «А» у децибелах «А».

Таблиця 7 – Гранично допустимі санітарно-гігієнічні норми рівня звукового тиску (дБ) і рівня звуку (дБ «А») на робочих місцях

Найменування	Рівень звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньгеометричними частотами								Рівень звуку дБ «А»
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Приміщення конструкторських бюро, для програмістів, лабораторії для теоретичних робіт, приміщення для прийому хворих	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення управління, робочі кімнати	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Кабінети нагляду з дистанційним управлінням: - безмовного зв'язку по телефону; - з мовним зв'язком по телефону	94	87	82	78	75	73	71	70	80
	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Приміщення і дільниці точного складання, друкарське бюро	83	74	68	63	60	57	55	54	65

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Приміщення лабораторії, для проведення експериментальних робіт, приміщення для розміщення шумних машин	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях та на території виробництва	99	92	86	83	80	78	76	74	85

У приміщеннях, де встановлено кондиціонери повітря, або у вентиляційних камерах граничний рівень звукового тиску слід приймати на 5 дБ меншим, ніж зазначено в табл. 7, або фактичний рівень шуму, якщо він не перевищує табличних даних.

Боротьба з шумом і вібрацією на виробництві

Заходи боротьби з шумом і вібрацією насамперед повинні бути спрямовані на усунення причин, що породжують шум і вібрацію в джерелах їх утворення, а якщо це технічно неможливо виконати, то на зниження інтенсивності їх до рівнів, дозволених санітарно-гігієнічними нормами.

Найважливішим запобіжним заходом проти шкідливої дії шуму і вібрації на виробництві є додержання спеціально розроблених гранично допустимих нормативів їх рівнів.

Усувати причини, що породжують шум, треба починати з розробки технологічного проекту або процесу проектування, виготовлення та експлуатації машин, виробничих приміщень, а також при організації робочого місця.

Для зниження шкідливої дії на організм людини шуму і вібрації слід ширше використовувати дистанційне керування машинами і робочими процесами, індивідуальні захисні засоби.

Велике значення у зниженні шкідливої дії виробничого шуму і вібрації мають організаційні заходи, а саме вибір більш раціонального режиму праці та відпочинку, скорочення часу перебування людини в зоні підвищеного шуму і вібрації та ін. Категорично забороняється навіть тимчасово перебувати людині в зоні, де

звуковий тиск становить більше 135 дБ в будь-якій смузі. Зони з рівнем звукового тиску понад 85 дБ повинні мати знаки безпеки.

На всіх підприємствах повинен бути контроль за рівнем шуму і вібрації на робочих місцях.

Прилади для визначення сили шумів, їхньої частоти коливань і вібрації

У виробничих приміщеннях шуми виникають при роботі технологічного устаткування і т.п. Надмірний шум шкідливо впливає на нервову, серцево-судинну та інші системи організму, що приводить до появи стресового стану, зниження працездатності, глухоти. Виробничі шуми можуть бути постійними, інтенсивність яких не змінюється більш як на 3 дБ, і переривчастими, які змінюються паузами зі зниженням звукового тиску нижче 3 дБ.

Прийнята характеристика шуму за силою (у децибелах) і частотою коливань (у герцах). Децибел (дБ) – це відносна логарифмічна величина, яка показує, наскільки даний звук більший за поріг чутності. герц (Гц) – частота коливання хвилі за 1 секунду. За цим показником звуки діляться на низькочастотні (до 300 Гц), середньочастотні (від 300 до 800 Гц) й високочастотні (понад 800 Гц).

Допустимий рівень інтенсивності шуму не повинен перевищувати 70 дБ при частоті коливань понад 1000 Гц.

Для оцінки рівнів акустичних шумів використовують прилади, які називаються шумомірами. Принцип їхньої роботи полягає в тому, що мікрофон перетворює звукові коливання в електричну напругу, яка збільшується спеціальним підсилювачем і вимірюється стрілкою індикатора. Шкала індикатора градується в децибелах.

Шумомір Ш-63 визначає рівень шуму в діапазоні від 30 до 130 дБ і частотою від 40 до 1000 Гц. На лицевій панелі він має мікрофон, шкалу зі стрілкою індикатора, перемикач контролю напруги батарей і роботи перетворювача, перемикач частотних характеристик А, В, С, перемикач рівнів чутності від 30 до 130 дБ, гнізда «Вхід», «Регулювання», «Фільтр». Шкала індикаторного пристрою градується від -5 до +10 дБ. Перемикач частотних характеристик установлюють в

положення А при вимірі рівня шуму від 30 до 55 дБ, в положення В – від 55 до 85 дБ і в положення С – від 85 до 130 дБ. Перемикачем «Перетворювач» прилад регулюється за часом вимірювання: при «0,5 С» вимірюється усереднений рівень шуму, а при «0,2 С» – в інших випадках.

При підготовці шумоміра до роботи перемикач контролю ставлять у положення «Бат», при цьому стрілка повинна знаходитись у межах червоного сектора шкали. Потім перемикачем у положення «Перетворювач» стрілку переводять на чорну мітку шкали. Мікрофон приладу спрямовують у бік джерела шуму. У закритих приміщеннях вимір проводять в трьох точках на висоті 1,2 м від підлоги, віддалених на 1,2 м від огорожувальних конструкцій. При вимірюванні перемикач тимчасових характеристик установлюють у положення «0,2», перемикач частотних характеристик – у положення А, перемикач рівнів чутливості – навпроти цифри 130 дБ. Якщо стрілка приладу не відхиляється, то перемикачем крутять у бік більше низьких рівнів доти, поки стрілка не покаже відхилення від 0 до 10 дБ. Величина рівня шуму становитиме суму показників перемикача й індикатора шумоміра.

П р и к л а д. Показання перемикача 60 дБ, стрілки індикатора +7 дБ. Інтенсивність шуму буде: $60 + 7 = 67$ дБ. Після вимірювання живлення шумоміра відключають.

Для визначення спектрів шуму користуються аналізатором АШ-2М, який дозволяє виділити смуги частот звуків. Цей прилад використовують в комплекті з шумоміром.

Інтенсивність шуму й вібрації можна встановити приладом, яким спочатку визначають звуковий тиск в октавних полосах, а потім рівень вібрації (неперервної і переривчастої).

Питання для самоконтролю

1. Причини виникнення шумів у виробничих приміщеннях, їхня дія на організм. Припустимі нормативи.
2. Якими приладами визначають інтенсивність шумів, правила роботи з ними.
3. Заходи щодо профілактики прояву сильних шумів у виробничих приміщеннях.

Тема 10. Визначення інтенсивності радіаційного фону повітряного середовища

Питання лекції

1. Біологічна дія іонізуючих випромінювань.
2. Прилади й правила виміру ними радіаційного фону в повітрі приміщень і на відкритих територіях.

Поняття і визначення

Експозиційна доза. Енергія випромінювання. Поглинальна доза. Зіверт. Бер. Рентген. Радіаційний фон.

Біологічна дія іонізуючих випромінювань

Під впливом випромінювання атоми і молекули живих клітин іонізуються, в результаті чого відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які впливають на характер подальшої життєдіяльності людини.

Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розірвання зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і ураження всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, що, як відомо, становить до 70% маси організму людини. При іонізації води утворюються вільні радикали H^+ та OH^- , а в присутності кисню – пероксидні сполуки, що є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків і ферментів, руйнуючи їх, в результаті чого утворюються сполуки, не властиві живому організму. Це призводить до порушення обмінних процесів, пригнічення ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

Специфічність дії іонізуючого випромінювання полягає в тому, що інтенсивність хімічних реакцій, індукційованих вільними радикалами, підвищується, й в них втягуються багато сотен і тисячі молекул, не порушених опроміненням. Таким чином, ефект дії іонізуючого випромінювання зумовлений не кількістю

поглинутої об'єктом, що опромінюється, енергії, а формою, в якій ця енергія передається. Жоден інший від енергії (теплова, електрична), що поглинається біологічним об'єктом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, які спричиняє іонізуюче випромінювання.

Необхідно також відзначити деякі особливості дії іонізуючого випромінювання на організм людини:

- органи чуття не реагують на випромінювання;
- малі дози випромінювання можуть підсумовуватися і накопичуватися в організмі (кумулятивний ефект);
- випромінювання діє не тільки на даний живий організм, але і на його спадкоємців (генетичний ефект);
- різні органи організму мають різну чутливість до випромінювання.

Найсильнішого впливу зазнають клітини кісткового мозку, щитовидна залоза, легені, внутрішні органи, тобто органи, клітини яких мають високий рівень поділу. При одній і тій самій дозі випромінювання у дітей уражається більше клітин, ніж у дорослих, тому що в дітей всі клітини перебувають у стадії поділу.

Небезпека різних радіоактивних елементів для людини визначається спроможністю організму їх поглинати й накопичувати.

Радіоактивні ізотопи надходять всередину організму з пилом, повітрям, їжею або водою і поводять себе по різному: деякі ізотопи розподіляються рівномірно в організмі (трій, вуглець, залізо, полоній), деякі накопичуються в кістках (радій, фосфор, стронцій), інші залишаються в м'язах (йод), у печінці, нирках, селезінці (рутений, полоній, ніобій) тощо.

Ефекти, викликані дією іонізуючих випромінювань (радіації), систематизуються за видами ушкоджень і часом прояву. За видами ушкоджень їх поділяють на три групи: соматичні, соматико-стохастичні (випадкові, ймовірні), генетичні. За часом прояву виділяють дві групи – ранні (або гострі) й пізні. Ранні ураження бувають тільки соматичні. Це призводить до смерті або променевої хвороби. Початальником таких часток є в основному ізотопи, які мають коротку тривалість життя, γ -випромінювання, потік нейтронів.

Формами променевої хвороби є гостра й хронічна. Гостра форма виникає в результаті опромінення великими дозами за короткий проміжок часу. При дозах порядку тисяч рад ураження організму може бути миттєвим. Хронічна форма розвивається в результаті тривалого опромінення, що перевищує гранично допустимі дози (ГДД). Більш віддаленими наслідками променевого ураження можуть бути променеві катаракти, злоякісні пухлини та ін.

Для вирішення питань радіаційної безпеки населення передусім викликають інтерес ефекти, що спостерігаються при малих дозах опромінення – порядку декілька сантизивертів на годину, що реально трапляються при практичному використанні атомної енергії. У нормах радіаційної безпеки НРБУ-97, введених у 1998 р., як одиниця часу використовується рік або поняття річної дози опромінення. Це викликано, як зазначалося раніше, ефектом накопичення «малих» доз і їхнього сумарного впливу на організм людини.

Існують різноманітні норми радіоактивного зараження: разові, сумарні, гранично допустимі та інше. Всі вони описані в спеціальних довідниках.

ГДД загального опромінення людини вважається доза, яка у світлі сучасних знань не повинна викликати значних ушкоджень організму протягом життя.

Гранична допустима еквівалентна доза (ГДЕД) для людей, які постійно працюють з радіоактивними речовинами, становить 2 бер на рік. При цій дозі не спостерігається соматичних уражень, проте достовірно поки невідомо, як реалізуються канцерогенний і генетичний ефекти дії. Цю дозу слід розглядати як верхню межу, до якої не варто наближатися.

Прилади й правила виміру ними радіаційного фону в повітрі приміщень і на відкритих територіях

З метою аналізу радіаційної обстановки визначається експозиційна доза випромінювання. Вона є фізичною мірою енергії випромінювання, що визначається джерелом або групою джерел у межах певного простору й за певний проміжок часу. Цим характеризується ступінь іонізації повітря під дією даного випромі-

нювання. Експозиційну дозу випромінювання, що співвідноситься до певного відрізка часу, виміряють в мР/с або мкР/с.

Енергія іонізуючого випромінювача, яка поглинається одиницею маси опромінюючої речовини, називається поглинальною дозою. Ця доза в біологічних об'єктах вимірюється в Зівертах (Зв) або в біологічних еквівалентах – бер (1 зіверт дорівнює 100 рентген). Нормування рівня опромінення організму визначається гранично припустимою дозою – середньорічною концентрацією радіоактивних речовин в атмосферному повітрі або робочій зоні. Нормальним вважається радіаційний фон: у відкритій атмосфері – у межах 1,5-15 мкР/год., у приміщеннях – до 35-40 мкР/год. Припустима поглинальна доза від зовнішнього опромінювання людини становить до 60 мілірад/рік.

Принципи радіометрії. Зовнішній гамма-фон місцевості вимірюють на відстані 1 м від землі, а в приміщеннях – у різних точках (посередині, біля стін, кутів тощо). Для визначення радіоактивності використовують радіометри різних марок – стаціонарні й переносні (ПП-8, РПС-2, «Гамма», «Бета», «Волна», «Прип'ять» та ін.). Вони працюють з газорозрядними або сцинтиляційними лічильниками й призначені для вимірювання активності радіоактивних препаратів і джерел випромінювання, інтенсивності (щільності потоку) іонізуючих часточок (квантів), питомої активності аерозолів, газів, рідин, поверхонь щільних предметів тощо.

За основу роботи газорозрядного лічильника взятий метод вимірювання іонізації інертного газу під дією радіоактивних часточок або гама-квантів. За рахунок іонізації газів утворюється імпульс струму в електричному ланцюзі приладу.

Сцинтиляційний лічильник містить люмінофор – речовину, в якій під дією іонізуючих часточок (квантів) виникають спалах, що реєструються фотоелементом. Як люмінофор використовують сірчастий цинк, йодистий натр, а також спеціальні пластмаси. Число імпульсів потоку за певний проміжок часу є пропорційним радіоактивності.

Визначення інтенсивності гамма-випромінювання дозиметром «Прип'ять». Для визначення експозиційної дози (мР/год., мкР/год.) перемикачі ставлять: «Режим-Гама» – у положення Н-Х, «Границя» – у нижнє положення, «Час» – на

поділку 20 або 200 секунд. Включають живлення і на табло з'являються 4-значні цифри через кому. Вони показують експозиційну дозу в мР/год.

П р и к л а д. На табло з'явилась позначка 0,114. Це значить, що потужність експозиційної дози гама-випромінювання складає 0,114 мР/год. або те саме – 114 мР/год. При вимірюванні еквівалентної дози перемикач «Режим» переводимо у бік «бета» і зчитування проводимо у мікрозівертах за годину.

Визначення інтенсивності гамма-випромінювання приладом СРП-88Н

Сцинтиляційний прилад СРП – це переносний радіометр гамма-випромінювання і складається з блоку детектування, який перетворює кванти гамма-випромінювання в електричні імпульси, і пульта – універсального цифрового випромінювача середньої частоти імпульсів. Блок детектування має фотопомножувач із кристалом NaJ (TJ), що розміщується на світлозахисному екрані зі свинцевим фільтром.

Порядок роботи. Спочатку перемикач «Поріг» ставлять у положення «Викл.», а перемикач «Діапазон» – у положення «1». Дотримуючись полярності, встановлюють у батарейний відсік елементи живлення. Після переведення перемикача в положення «Бат.» індикатор показує напругу батарей – 3,5 Вт. Далі перемикач «Поріг» переводять у положення «О» і перевіряють прилад за контрольним джерелом (згідно з інструкцією). Якщо стрілка індикатора відхиляється і на табло з'являються показання у супроводі клацання звукового сигналізатора, то прилад готовий до роботи.

Перемикач «Діапазон» переводять у положення «0,1»-«0,3», що відповідає експозиції 10 секунд, а перемикач «Поріг» – у положення «2», «4» і «8». На табло з'являється інформація в одиницях потужності експозиційної дози. Показання цифрового табло слід поділити на значення чутливості блока детектування (показано у паспорті приладу) і помножити отриману величину на 1000 (мкР/год.).

Питання для самоконтролю

1. Що є джерелом утворення природного радіаційного фону?
2. Експозиційна й еквівалентна дози опромінення. Одиниці їхнього виміру.
3. Радіометри, принципи їхньої дії і правила роботи з ними.
4. Сцинтиляційний прилад СРП, принцип його дії і правила роботи з ним.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. Ергономічні основи. – К., 2004.
2. Бурдіян Г., Дерев'янка В., Кривульченко А. Навколишнє середовище та його охорона. – К., 1993.
3. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие / Под ред. З.А. Арустумова. – М., 1999.
4. Васильчик М.В., Вінокуров Л.Е., Тесленко М.Я. Основи охорони праці. – К., 1997.
5. Геврик Є.О. Охорона праці. – К., 2003.
6. Геврик Є.О., Пешко Н.П. Гігієна праці на виробництві. – К., 2004.
7. Даценко І.І. Гігієна та екологія праці. – Львів, 2003.
8. Денисенко Г.Ф. Охрана труда. – М., 1985.
9. Економічна енциклопедія. – К., 2000.
10. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. – Львів, 1999.
11. Зацарний В.В., Сабарно Р.В. Охорона праці. – К., 2006.
12. Клубань В.С., Петров А.П., Рябиков В.С. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса. – М., 1987.
13. Носовський Т.А. Основи техніки безпеки. – К., 1992.
14. Основи охорони праці \ Ткачук М.О., Халімовський В.В., Зацарний та ін. – К., 2003.
15. Ткачук К.Н., Гурін А.О., Бересневич П.В., та ін. Охорона праці. – К., 1998.
16. Трахтенберг І.М. Гігієна праці та виробнича санітарія. – К., 1997.

Навчальне видання

Основи охорони праці. Модуль 2: Методичні вказівки до виконання самостійної роботи та практичних занять студентів 5 курсу заочної форми навчання за напрямком підготовки 0501 «Економіка і підприємництво».

Укладачі: Володимир Іванович Пашков,
Зінаїда Костянтинівна Бодня

Робота друкується в авторському викладенні

Комп'ютерна верстка: Г.О. Павлова

План 2009, поз. 645 М

Підп. до друку 25.03.09 р.	Формат 60×84 1/16	Папір офісний.
Друк на ризографі.	Умовно-друк. арк. 2,1	Обл.-вид. арк. 2,6
Тираж 50 прим.	Замовл. №	

61002, м. Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ,
61002, м. Харків, вул. Революції, 12